

**Device for the linear movement of a machine part in a numerically controlled machine tool**

Patent Number: DE3638698

Publication date: 1988-05-19

Inventor(s): ZENTGRAF EBERHARD DIPL ING (DE)

Applicant(s): SIEMENS AG (DE)

Requested

Patent: DE3638698

Application

Number: DE19863638698 19861113

Priority Number

(s): DE19863638698 19861113

IPC

Classification: B23Q5/40; B23Q1/20; B23B5/18; B23B5/24; B23B5/26; B23B5/36; B23B5/42; B23B5/44;  
B24B19/08; B24B19/10; B24B19/11; B24B19/12; B24B5/42; B24B9/14

EC


Classification: B23Q5/40B, G05B19/18B4

Equivalents:

---

**Abstract**

---

To obtain a linear oscillating movement (15) of a tool (14), both the feed spindle (21) coupled to the tool (14) and the allocated spindle nut (22) are provided with a separate drive (17, 19), and both drives (17, 19) are activated as a function of the rotation of the workpiece (1) to be machined. 

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

01P 00248



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 36 38 698 C 2

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 23 Q 5/40  
B 23 Q 1/25

21 Aktenzeichen: P 36 38 698.7-14  
22 Anmeldetag: 13. 11. 86  
43 Offenlegungstag: 19. 5. 88  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 4. 98

DE 36 38 698 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

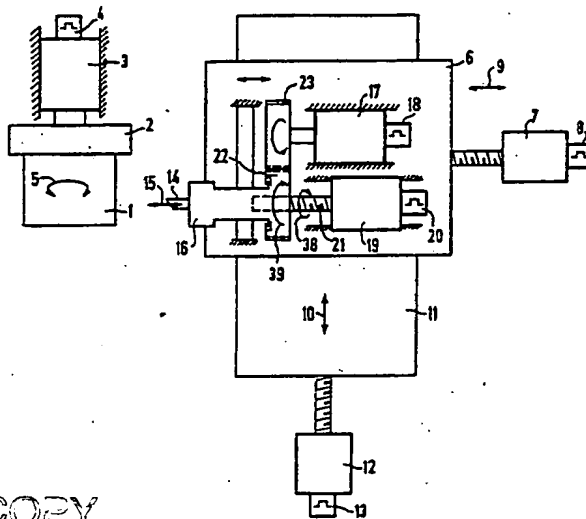
72 Erfinder:  
Zentgraf, Eberhard, Dipl.-Ing., 8521 Weisendorf, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 33 09 249 C2  
DE 33 04 644 A1  
DE 32 37 151 A1  
EP 01 89 018 A1

54 Einrichtung zur Linearbewegung eines Maschinenteils einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine

57 Einrichtung zur Linearbewegung eines ersten Maschinenteils einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine, bei der das erste Maschinenteil in Axialrichtung einer Gewindespindel bewegbar ist, indem eine Gewindemutter am ersten Maschinenteil angreift, die auf der Gewindespindel aufsitzt, wobei ein zugeordneter Gewindespindeltrieb in Abhängigkeit von der Bewegung eines zweiten Maschinenteils, insbesondere der Hauptspindel der Werkzeugmaschine, ansteuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewindemutter (22) mittels eines eigenen Gewindemutterantriebs (17) in gleicher Drehrichtung wie die Gewindespindel (21) drehantreibbar ist, so daß die Linearbewegung des ersten Maschinenteils (16) durch die Überlagerung der durch den Gewindespindeltrieb (19) und den Gewindemutterantrieb (17) ausgelösten Bewegungen bestimmt ist.



DE 36 38 698 C 2

BEST AVAILABLE COPY

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Linearbewegung eines ersten Maschinenteils einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine, bei der das erste Maschinenteil in Axialrichtung einer Gewindespindel bewegbar ist, indem eine Gewindemutter am ersten Maschinenteil angreift, die auf der Gewindespindel aufsteht, wobei ein zugeordneter Gewindespindeltrieb in Abhängigkeit von der Bewegung eines zweiten Maschinenteils, insbesondere der Hauptspindel der Werkzeugmaschine, ansteuerbar ist.

Mit diesem Oberbegriff wird auf eine Anordnung Bezug genommen, wie sie beispielsweise aus der DE-OS 33 04 644 bekannt ist. Bei dieser bekannten Steuereinrichtung für das Gewindebearbeiten auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen wird der Vorschub von Werkstück zu Werkzeug aus der Werkstückdrehzahl abgeleitet und bei einem vorgegebenen Drehwinkel wirksam gemacht. Dieser Drehwinkel wird voreilend um einen Wert kompensiert, der dem Quotienten aus Schleppfehler und Gewindesteigung proportional ist, so daß Soll- und Istvorschub übereinstimmen. Damit erhält man eine Art elektronisches Getriebe, bei dem die Bewegung von Leit- und Folgeachsen genauso wie durch ein mechanisches Getriebe festgelegt sind.

Neben dem Gewindeschneiden gibt es auch eine Reihe anderer Aufgaben an einer Werkzeugmaschine, bei denen es erforderlich ist, die Bewegung zweier Maschinenteile in irgendeiner Form zu synchronisieren. So ist es z. B. beim Unrunddrehen von Kolben notwendig, einer Zustellachse eine oszillierende Bewegung zu überlagern, welche in ihrer Amplitude und ihrer Frequenz direkt von einer Leitachse, d. h. von der Drehung des Werkstückes abhängig ist. Eine derartige leitachsenabhängige zusätzliche Bewegung der Zustellachse bewirkt am Umfang des Werkstückes eine vorausbestimmbare Kontur.

Bei den meisten bisher bekannten Lösungen wird diese zusätzliche lineare Bewegung mit relativ aufwendiger Mechanik und seltener elektronisch erzeugt. Die mechanische Realisierung dieses Gedankens leidet unter erheblichem Verschleiß und erfordert bei Wechsel der Werkstückart oder Werkstückdimension einen hohen Umrüst- und Montageaufwand. Bei der elektronischen Verwirklichung dieser Idee wird bisher immer auf direktem Weg eine lineare Bewegung erzeugt, d. h. über Rechts- oder Linkslauf eines Stellmotors, der z. B. eine Spindel antreibt. Hierbei sind jedoch die Bearbeitungsgeschwindigkeiten durch die Regeldynamik der Stellmotoren begrenzt.

Aus der DE 32 37 151 A1 ist es bekannt, daß eine angetriebene Gewindespindel eine Gewindemutter bewegt. Dabei sind jedoch keine zusätzlichen Gewindemutterantriebe für eine überlagerte Zusatzbewegung vorgesehen. Aus der DE-33 09 249 C2 ist es bekannt, bei Werkzeugmaschinen eine feststehende Spindel zu verwenden und eine motorisch angetriebene Gewindemutter zu verwenden. Aus der EP-0 189 018 A1 ist eine Werkzeugmaschine bekannt, bei der eine drehende Spindel auf zwei Spindelmuttern einwirkt. Ferner ist es aus dieser Entgegenhaltung bekannt, daß diese Muttern bedarfsweise über Kupplungen betätigt werden. Ein eigener Antrieb für die Muttern ist nicht vorgesehen. Aus allen drei Entgegenhaltungen ist es weder bekannt noch nahegelegt, daß die Gewindemutter und die Gewindespindel mit einem jeweils eigenen Antrieb ausgestattet sind und daß die von diesen beiden Antrieben in Ge-

meinschaft erzeugte Linearbewegung durch die Überlagerung der durch den Gewindespindeltrieb und den Gewindemutterantrieb ausgelösten Bewegung bestimmt ist.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Einrichtung der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß eine hohe Regeldynamik in der Folgeachse erreichbar ist. Insbesondere soll dies für den Fall gelten, daß einer Zustellachse eine lineare oszillierende Bewegung überlagert wird oder die Zustellachse selbst in eine oszillierende Bewegung zu versetzen ist.

Diese vorstehend genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Gewindemutter mittels eines eigenen Gewindemutterantriebs in gleicher Drehrichtung wie die Gewindespindel drehantreibbar ist, so daß die Linearbewegung des ersten Maschinenteils durch die Überlagerung der durch den Gewindespindeltrieb und den Gewindemutterantrieb ausgelösten Bewegungen bestimmt ist.

Auf diese Weise können beide Antriebe bei Nenn-drehzahl laufen, während die Spindel still steht. Eine sehr schnelle Bewegung der Spindel ist dann relativ einfach dadurch möglich, daß eine unterschiedliche Relativgeschwindigkeit zwischen Spindel und Mutter durch Eingriff in einen oder beide Antriebe gewählt wird.

Durch das vorstehend geschilderte Gerät wird also mit Hilfe zweier elektronischer Getriebe die Position und Geschwindigkeit einer oder mehrerer Leitachsen in einem frei wählbaren Übersetzungsverhältnis schleppabstandsfrei an zwei Antriebseinheiten (Folgeachsen) übertragen und damit der Bezug zwischen der Position der Leitachse und den Positionen der Folgeachsen hergestellt. Die mechanische Kopplung der beiden Folgeachsen ist durch Gewindemutter und Gewindespindel gegeben. Führt man in die Steuersignale der beiden Antriebe positionsgebundene Korrekturwerte ein, so ergibt sich eine Relativgeschwindigkeit zwischen Mutter und Spindel und damit eine lineare Bewegung, sofern eines der beiden Elemente, Mutter oder Spindel, gleitend gelagert ist.

Die Korrekturwerte und damit die sich ergebende Kontur am Werkstück sind elektronisch relativ leicht zu verändern. Soll eine Verschiebung des Einsatzwinkels der Kontur während der Bearbeitung vorgenommen werden, kann dies durch Istwerterfassung der axialen oder tangentialen weiteren Zustellachsen erreicht werden, und zwar in der Weise, daß aus diesen Bewegungen zusätzliche Ansteuersignale abgeleitet werden. Hierdurch können z. B. auch konische und mit einer Kontur beaufschlagte drehende Teile bearbeitet werden.

Wie ersichtlich, ergeben sich durch die vorstehend geschilderte Erfindung kürzere Umrüstzeiten durch einfache Umprogrammierung der Kontur, höhere Bearbeitungsgeschwindigkeiten durch bessere Ausnutzung der Regeldynamik der Antriebe, d. h. Konturtreue und ein vielfältigerer Einsatz von Bearbeitungsmaschinen.

Als Anwendungsfälle seien hier genannt das Unrunddrehen von Kolben, das Drehen und Schleifen von Kurbelwellen und ferner allgemein Oszillationshübe beim Schleifen.

Durch Umstellung der Achszuordnung können auch in anderen Ebenen liegende oszillierende Bewegungen erzeugt werden, z. B. kann dies für die Bearbeitung von Exzenterscheiben von Interesse sein.

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels sei die Erfindung näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 den Prinzipaufbau der mechanischen Anord-

nung,

Fig. 2 eine Frontansicht des zu fertigenden Werkstückes,

Fig. 3 den elektrischen Aufbau der Einrichtung und

Fig. 4 den Einzelaufbau eines elektronischen Getriebes.

Es besteht die fertigungstechnische Aufgabe, das im Futter 2 eingespannte Werkstück 1 mit der in Fig. 2 strichpunktiert angedeuteten Kontur zu versehen. Hierzu muß in Abhängigkeit von der Winkelstellung des Werkstückes 1 eine entsprechende Veränderung der Zustellung des Bearbeitungswerkzeuges 14 in Doppelpfeilrichtung 15 vorgenommen werden. Dies geschieht in der Weise, daß aus der durch den Hauptspindelmotor 3 bewirkten Drehung des Werkstückes 1 mittels des angekuppelten Weggebers 4 Signale abgeleitet werden, die zu einer entsprechenden oszillierenden Bewegung des Werkzeuges 14 in Doppelpfeilrichtung 15 führen.

Für die normale axiale Bewegung des Werkzeuges 14 in Doppelpfeilrichtung 10 ist ein Schlitten 11 vorgesehen, der von einem Elektromotor 12 mit Weggeber 13 angetrieben wird. Zur radialen Bewegung des Werkzeuges 14 in Doppelpfeilrichtung 9 dient ein weiterer, auf den Schlitten 11 verschiebbar gelagerter Schlitten 6, der von einem Motor 7 mit Weggeber 8 in Doppelpfeilrichtung 9 bewegbar ist. Hierdurch läßt sich eine axiale und radiale Zustellung des Werkzeuges 14 in bezug auf das Werkstück 1 erreichen. Zusätzlich soll in Abhängigkeit von der Drehung des Werkstückes 1 in Pfeilrichtung 5 dem radialen Vorschub eine oszillierende Bewegung zwecks Erzeugung der Kontur nach Fig. 2 überlagert werden. Hierzu sind zwei gesonderte Antriebe 17 und 19 mit Wegimpulsgebern 18 und 20 vorgesehen. Der Antrieb 19 treibt eine gleitend gelagerte Gewindespindel 21 in Pfeilrichtung 38. Diese Gewindespindel 21 trägt ihrerseits wieder die Halterung 16, in der das Werkzeug 14 angeordnet ist.

Die der Gewindespindel 21 zugeordnete Gewindemutter 22 ist nicht maschinenbettfest, sondern in Umfangsrichtung (Pfeilrichtung 39) über ein Zahnrad 23 vom Antrieb 17 drehbar. Damit überlagern sich die Drehung von Gewindespindel 21 und Gewindemutter 22. Bei entsprechender Ansteuerung der Antriebe 17 und 19 kann dadurch erreicht werden, daß die Linearbewegung in Doppelpfeilrichtung 15 Null ist. Ist eine Bewegung erwünscht, so wird in Abhängigkeit von der Winkellage des Werkstückes 1 entsprechend in die Antriebe 17 und 19 eingegriffen. Die vorstehend beschriebene Anordnung unterscheidet sich im wesentlichen also von den bekannten Lösungen dadurch, daß auch die Gewindemutter drehbar gelagert ist und gesondert angetrieben werden kann.

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, werden von einer numerischen Steuerung 24 in Kanälen 25, 26 und 27 sowohl die an die Antriebe 7, 12 und 3 gehenden Sollwerte erzeugt als auch die von den Weggebern 8, 13 und 4 kommenden Istwerte verarbeitet.

Wie ersichtlich, wird zur Aussteuerung der Antriebe 17 und 19 die Istwinkellage des Antriebes 3 bzw. des Werkstückes 1 mittels der vom Weggeber 4 kommenden Steuersignale über elektronische Getriebe 28 und 29 in Steuersignale für die Antriebe 17 und 19 umgesetzt. Zur Herstellung der gewünschten Kontur werden von der Steuerung 24 her mittels einer Korrektureinrichtung 30 die Steuersignale für die Antriebe 17 und 19 entsprechend winkelabhängig verändert, und zwar im elektronischen Getriebe 28 bzw. 29.

Den Aufbau eines derartigen elektronischen Getrie-

bes zeigt schematisch Fig. 4, wobei zu beachten sein wird, daß die dort gezeigten Funktionsbausteine in der Praxis durch einen Rechner realisiert werden. Wie ersichtlich, gelangen die vom Weggeber 4 kommenden Pulse über den Eingang  $\bar{u}$  in einen Zähler 31, dessen Stand  $u$  ein Maß für die jeweilige Winkelposition des Werkstückes 1 ist. Die zeitliche Änderung dieses Winkelwertes  $\dot{u}$  und eines Wertes  $\Delta u$  je Abtastperiode  $T$ , die im Baustein 35 gebildet wird, dient als Sollwert für den Antrieb 17. Durch Vergleich mit dem in geeigneter Form vom Weggeber 18 gelieferten Istwert lassen sich dann in einer Vergleichsstelle 37 geeignete Ansteuerwerte gewinnen. Die Verstärkung  $k_r$  in diesem Antriebsregelkreis ist dabei durch den Baustein 36 angedeutet. Der Wert  $\Delta u$  dient dabei zur Kompensation des Schleppabstandes oder dergleichen. Hierzu wird in einem Baustein 32 ein der zeitlichen Änderung  $\Delta u/\Delta t$  proportionaler Wert gebildet und mit einem von der Kreisverstärkung abhängigen Faktor  $c$  gewertet. Der sich so ergebende Kompensationswinkel  $\Delta u$  wird dem Winkel  $u$  in der Summierstelle 34 zugefügt und damit der Schleppfehler weitgehend kompensiert.

Wird in die Summierstelle ein von der Winkellage des Werkstückes 1 abhängiger Korrekturwert über die Einrichtung 30 eingeführt, so wird der Gleichlauf zwischen den elektrischen Antrieben 3 und 17 bewußt verändert und damit die gewünschte programmierte Kontur erzeugt. Zweckmäßigerweise wird dabei über die Korrektureinrichtung 30 gegensinnig in die beiden elektronischen Getriebe 28 und 29 eingegriffen.

Wie Fig. 4 erkennen läßt, können an den Eingängen  $a$  und  $t$  der elektronischen Getriebe 28 und 29 auch von den Bewegungen der Antriebe 7 und 12 abgeleitete Signale eingeführt werden.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Linearbewegung eines ersten Maschinenteils einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine, bei der das erste Maschinenteil in Axialrichtung einer Gewindespindel bewegbar ist, indem eine Gewindemutter am ersten Maschinenteil angreift, die auf der Gewindespindel aufsitzt, wobei ein zugeordneter Gewindespindelantrieb in Abhängigkeit von der Bewegung eines zweiten Maschinenteils, insbesondere der Hauptspindel der Werkzeugmaschine, ansteuerbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewindemutter (22) mittels eines eigenen Gewindemutterantriebs (17) in gleicher Drehrichtung wie die Gewindespindel (21) drehantreibbar ist, so daß die Linearbewegung des ersten Maschinenteils (16) durch die Überlagerung der durch den Gewindespindelantrieb (19) und den Gewindemutterantrieb (17) ausgelösten Bewegungen bestimmt ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ansteuerung des Gewindespindelantriebs (19) und des Gewindemutterantriebs (17) Signale aus der Drehung der Hauptspindel (5) abgeleitet werden.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Linearbewegung (15) weitere, durch zusätzliche Bewegungsachsen auslösbarer Bewegungen (9, 10) überlagerbar sind.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale zur Ansteuerung des Gewindespindelantriebs (19) und des Gewindemutterantriebs (17) durch von zusätzlichen Bewegungs-

achsen (9, 10) abgeleiteten Signalen beeinflufßbar  
sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

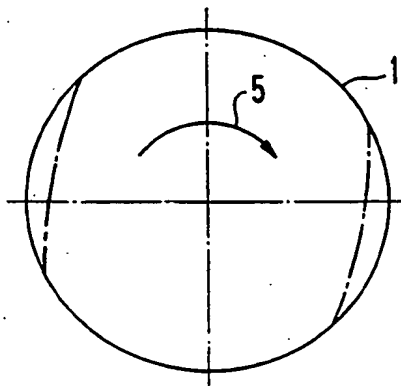
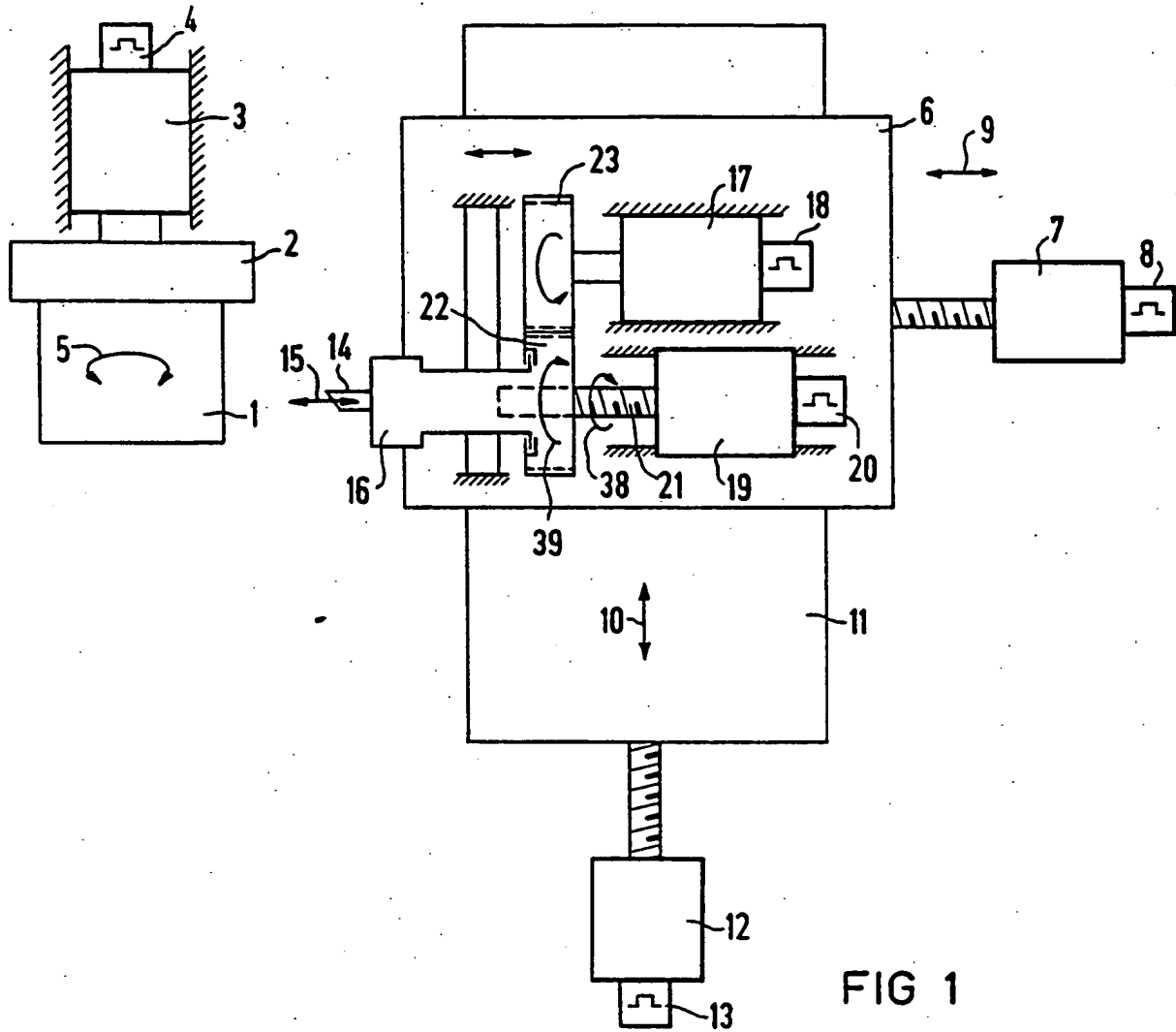
45

50

55

60

65



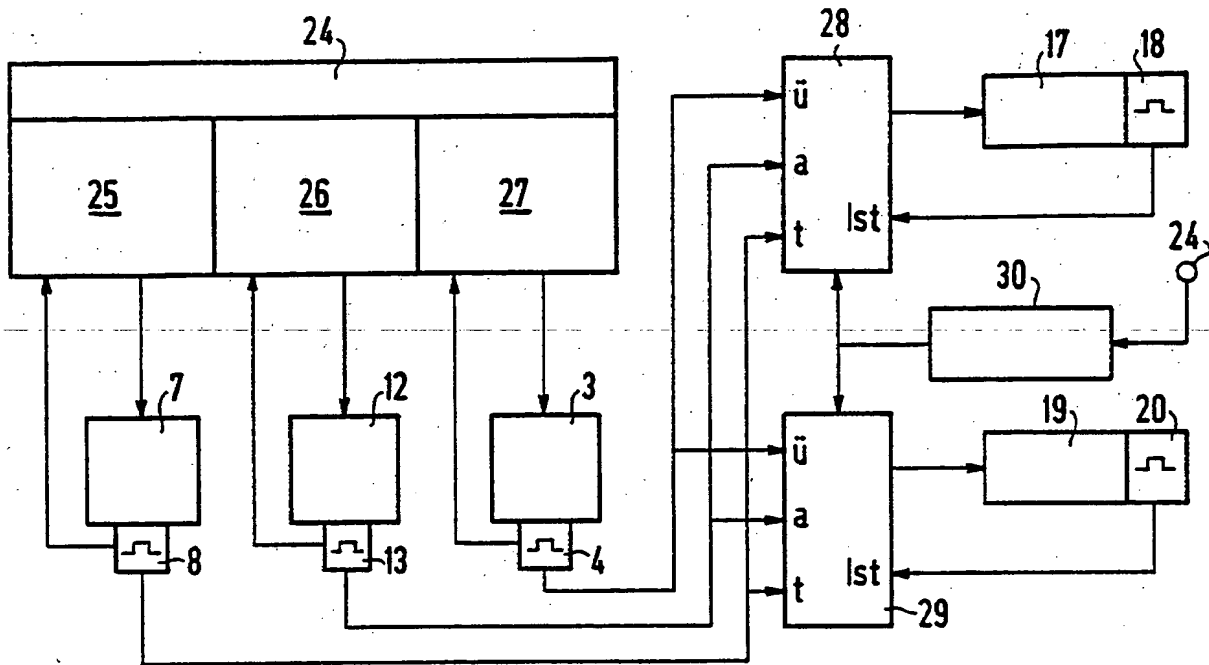


FIG 3

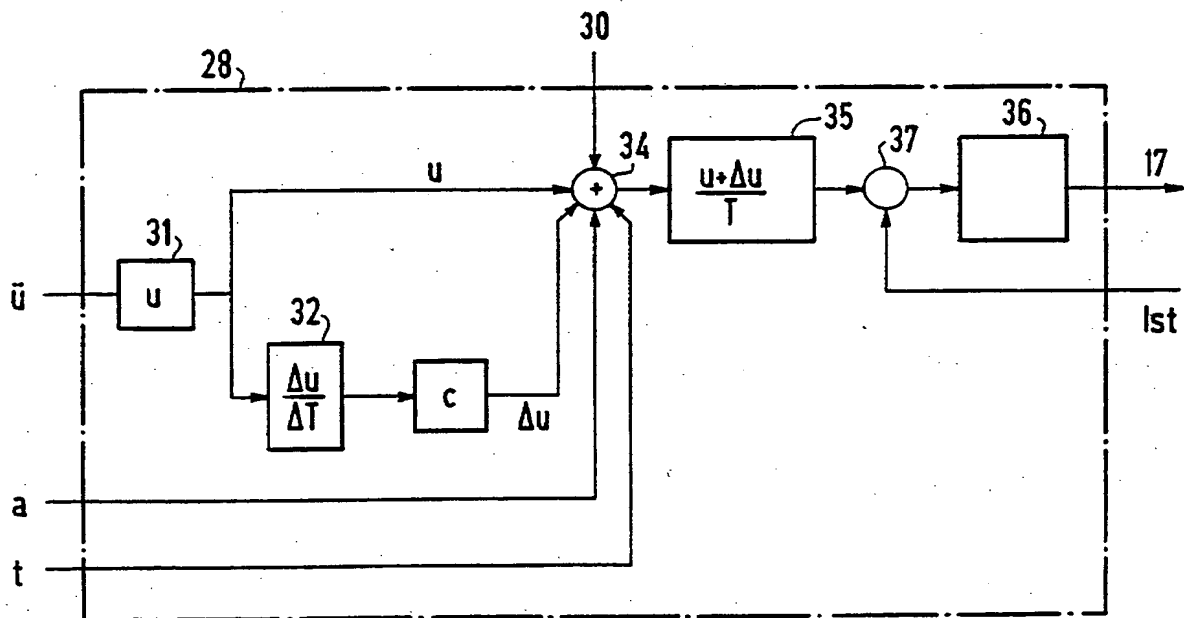


FIG 4